

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-147408

(43)Date of publication of application : 29.05.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/01

(21)Application number : 11-330311

(71)Applicant : NIPPON HOSO KYOKAI &lt;NHK&gt;

(22)Date of filing : 19.11.1999

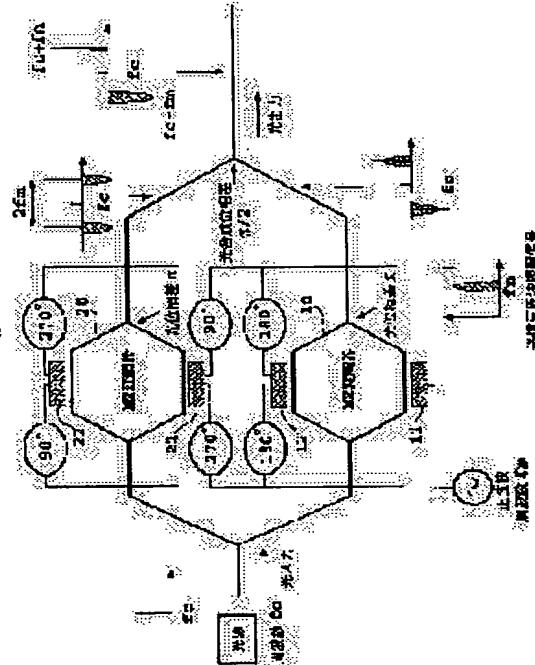
(72)Inventor : MAEDA MIKIO  
FURUTA HIROYUKI

## (54) TRANSMITTER FOR OPTICAL FIBER TRANSMISSION OF HIGH FREQUENCY SIGNAL

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a signal having spectrum which has no unnecessary components and is equal to that of an input modulation signal, on the reception side.

**SOLUTION:** Phases of a transmission high frequency modulation signal and a sine wave of a high frequency carrier which are to be synthesized and added in optical phase modulators 11 to 22 are set to: 0 and 0 for the optical phase modulator 11,  $\pi$  and  $\pi$  for the optical phase modulator 12,  $-0.5\pi$  and  $0.5\pi$  for the optical phase modulator 21, and  $0.5\pi$  and  $-0.5\pi$  for the optical phase modulator 22, and output light of MZ modulators 10 and 20 are synthesized with a phase difference of  $\pi/2$ .



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-147408

(P2001-147408A)

(43) 公開日 平成13年5月29日 (2001.5.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 F 1/01

識別記号

F I

G 0 2 F 1/01

テマコト<sup>7</sup> (参考)

C 2 H 0 7 9

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全6頁)

(21) 出願番号

特願平11-330311

(22) 出願日

平成11年11月19日 (1999.11.19)

(71) 出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(72) 発明者 前田 幹夫

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内

(72) 発明者 古田 浩之

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会 放送技術研究所内

(74) 代理人 100077481

弁理士 谷 義一 (外2名)

Fターム(参考) 2H079 AA02 AA12 BA03 CA04 DA03

EA05 EB05 FA02 FA03 GA01

GA03 HA05 HA11 KA20

(54) 【発明の名称】 高周波信号の光ファイバ伝送用送信機

(57) 【要約】

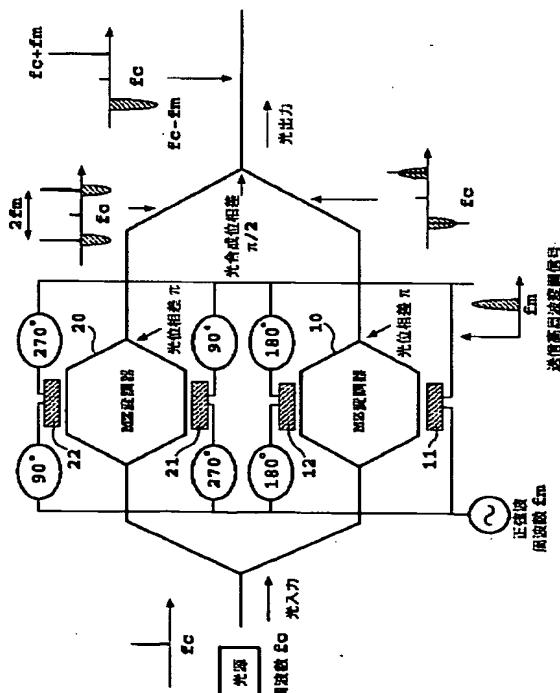
【課題】 不要な成分がなく、入力変調信号と同じスペクトラムを受信側で得る。

【解決手段】 光位相変調器1 1～光位相変調器2 2に対して合成して加える前記送信高周波変調信号および高周波搬送波の正弦波の位相関係を

正弦波 送信高周波変調信号

|           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| 光位相変調器1 1 | 0         | 0         |
| 光位相変調器1 2 | $\pi$     | $\pi$     |
| 光位相変調器2 1 | $-0.5\pi$ | $0.5\pi$  |
| 光位相変調器2 2 | $0.5\pi$  | $-0.5\pi$ |

となし、MZ変調器1 0およびMZ変調器2 0の出力光を $\pi/2$ の位相差で合成する。



(2)

2

\*のマッハツエンダ変調器および第2のマッハツエンダ変調器と前記第1のマッハツエンダ変調器に設けられた第1の光位相変調器および第2の光位相変調器と、前記第2のマッハツエンダ変調器に設けられた第3の光位相変調器および第4の光位相変調器とを具え、送信高周波変調波信号と高周波搬送波の周波数の正弦波が用意されており、前記第1の光位相変調器～第4の光位相変調器に対して合成して加える前記送信高周波変調信号および高周波搬送波の正弦波の位相関係を送信高周波変調信号

正弦波

|           |            |
|-----------|------------|
| 第1の光位相変調器 | 0          |
| 第2の光位相変調器 | $\pi$      |
| 第3の光位相変調器 | -0.5 $\pi$ |
| 第4の光位相変調器 | 0.5 $\pi$  |

となし、前記第1のマッハツエンダ変調器および第2のマッハツエンダ変調器の出力光を $\pi/2$ の位相差で合成することを特徴とする光ファイバ伝送用送信機。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ファイバの分散の影響を受けにくい高周波信号の光ファイバ伝送技術に係り、特に搬送波を抑圧した両側波帯変調による高周波信号の光ファイバ伝送用送信機に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】ミリ波長の高周波信号を光強度変調方式で光ファイバに伝送する場合、光ファイバに分散があると、上側波、搬送波、下側波に到着時間差が生じ、特定の伝送距離で受光すると光電力が大きくて干渉によりミリ波信号が得られないという問題がある。この問題を解決するために、干渉の原因となる側波帯の一方、あるいは搬送波を送信しない方法が考えられている。

【0003】前者は単一側波帯変調 (SSB : Sing le Side Band) と呼ばれており、後者は両側波帯抑圧搬送波変調 (DSB-SC : Double Side Band-Suppressed Carrier) と呼ばれている。

【0004】図2に示すようにMZ変調器10中の2つの光位相変調器11, 12に逆位相の正弦波を加え、その出力光を光位相差 $\pi$ で合成するとDSB-SC変調波が得られることはよく知られている。DSB-SCは分散の影響を受けにくい別の方式であるSSBと比較すると、光変調器の動作周波数が半分でよいという長所がある（古田、前田、渋谷、小山田：“MZ型光変調器を用いた高周波信号の光ファイバ伝送方式”信学技報、OC S 99-51, p.p. 57-62.）。

【0005】その反面、DSB-SCは光伝送系が2倍器として動作するため、適用できる高周波信号方式がFSK（高周波FSK信号の光ファイバ伝送方式：特願平10-226166号）、ASK（ASK高周波信号の光ファイバ伝送用光送信機：特願平10-18241

20

30

40

40

50

|            |
|------------|
| 0          |
| $\pi$      |
| 0.5 $\pi$  |
| -0.5 $\pi$ |

1号) 等に制限されるという短所がある。

【0006】DSB-SCにおいて上記変調方式の制限をなくした光ファイバ伝送用送信機の一例を図3に示す。図3において、1つの光源の出射光を光位相差 $\pi$ に設定した2個のMZ（マッハツエンダ）変調器10, 20により分配し、MZ変調器10, 20の対の光位相変調器11, 12, 21, 22のそれぞれに、正弦波、すなわち、逆位相関係で、MZ変調器10, 20で $\pi/2$ の光位相差となる周波数 $f_m$ の正弦波（図3参照）を加え、それぞれの出射光を光位相差 $\pi/2$ で合成する。合成光は3台目のMZ変調器30に導かれる。MZ変調器30の上の光導波路には下側波が、下の導波路には上側波が分離されるので、一方に設けた電極31により、正弦波よりも十分低い搬送周波数 $f_{IF}$ の変調信号で位相変調を行うと、不図示の受光器で $2f_m - f_{IF}$ が得られることは上記のDSB-SC変調の原理から容易に類推が容易である。

##### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】図3の光回路により生成した光変調信号を受信機側で受光すると、不要な成分 $\alpha$ （周波数 $2f_m$ ）や $\beta$ （搬送周波数 $2f_m + f_{IF}$ ）が発生する。 $\alpha$ の正弦波は希望信号の近傍で、かつ、希望信号よりも強度が大きいため除去するには減衰特性の厳しいフィルタが必要となる。

【0008】図3の光回路において、変調信号の代わりにベースバンド信号で位相変調すれば不要な成分は発生しなくなる。しかしながら、この場合には、受光後に得られる高周波信号は無線系で一般に用いられている直交変調波とは異なる。

【0009】例えば、QPSK変調を行うには図3のMZ変調器30の光位相変調器31に加える信号は4値の振幅をとる必要がある。その振幅の値は信号が加えられていない光位相に対して $-3\pi/4$ ,  $-\pi/4$ ,  $+\pi/4$ ,  $+3\pi/4$ だけ移相するように選ばれる。位相の遷移は全て円周上で、電気の直交変調のように円の中心を通る遷移がない。結果として直交変調波に対して通常用

(3)

3

いられるロールオフ特性の送受への均等(ルート)配分を適用とする、ビット誤り率特性が大きく劣化することが報告されている(山本他：“PSK光波多重における光波間隔の検討”映像メ学会98年次大会6-6)。

【0010】そこで、本発明の目的は、不要な成分がなく、入力変調信号と同じスペクトラムが受信側で得られる高周波FSK信号の光ファイバ伝送用送信機を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、請求項1の発明は、光変調信号の側波帯の一方を送信高周波変調信号と同じスペクトルとなす第1の手段と、前記光変調信号の側波帯の他方を無変調となり、かつ光搬送波を抑圧する第2の手段とを具えたこと\*

|           | 正弦波       |
|-----------|-----------|
| 第1の光位相変調器 | 0         |
| 第2の光位相変調器 | $\pi$     |
| 第3の光位相変調器 | $-0.5\pi$ |
| 第4の光位相変調器 | $0.5\pi$  |

となし、前記第1のマッハツエンダ変調器および第2のマッハツエンダ変調器の出力光を $\pi/2$ の位相差で合成することを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0014】(第1の実施形態)本願発明者は、「BPSK変調信号を伝送しようとすると、光伝送系が2通倍器として動作するため、受光後の高周波信号から変調成分が失われ、この原因が側波帯が両方とも変調されるためである」ことに気が付き、一方の側波帯を無変調とする本実施形態を発明した。

【0015】本発明第1の実施形態の回路構成を図1に※

|          | 正弦波       |
|----------|-----------|
| 光位相変調器11 | 0         |
| 光位相変調器12 | $\pi$     |
| 光位相変調器21 | $-0.5\pi$ |
| 光位相変調器22 | $0.5\pi$  |

MZ変調器10および20の出力光は $\pi/2$ の位相で合成される。これにより光出力のスペクトルから分るように受信機側では2fmの変調波が得られる。

【0018】(第2の実施形態)図1の電気移相器をハイブリッドで置き換えた回路構成を図4に示す。図4において、101は光周波数fcの光源、102は光2分配器である。103は搬送波周波数がfmの高周波変調信号(発生器)、104は周波数fmの正弦波105は90度のハイブリッドである。106は180度のハイブリッド、107はMZ変調器(図1のMZ変調器1)である。108は電極(図1の光位相変調器11)、109は電極(図1の光位相変調器12)である。110はMZ変調器(図1のMZ変調器20)、111は電極

\*を特徴とする。

【0012】請求項2の発明は、光源と、該光源からの出射光を分配する分配器と、前記分配器により分配された光をそれぞれ変調する第1のマッハツエンダ変調器および第2のマッハツエンダ変調器と前記第1のマッハツエンダ変調器に設けられた第1の光位相変調器および第2の光位相変調器と、前記第2のマッハツエンダ変調器に設けられた第3の光位相変調器および第4の光位相変調器とを具え、送信高周波変調信号と高周波搬送波の周波数の正弦波が用意されており、前記第1の光位相変調器～第4の光位相変調器に対して合成して加える前記送信高周波変調信号および高周波搬送波の正弦波の位相関係を

|  | 送信高周波変調信号 |
|--|-----------|
|  | 0         |
|  | $\pi$     |
|  | $0.5\pi$  |
|  | $-0.5\pi$ |

20※示す。図1において、図2の従来例と同様の個所には同一の符号を付している。

【0016】図1において、光位相変調器11には正弦波と不図示の高周波変調信号発生回路からの送信高周波変調信号を共に0(ゼロ)、光位相変調器12には正弦波と高周波変調信号を共に $\pi$ の位相関係となるように合成して加える。光位相変調器21には正弦波を $-\pi/2$ 、高周波信号を $\pi/2$ の位相関係で合成し、光位相変調器22には正弦波を $\pi/2$ 、高周波信号を $-\pi/2$ の位相関係で合成して加える。以上の正弦波と高周波変調30信号の関係を下記に示す。

【0017】

|  | 送信高周波変調信号 |
|--|-----------|
|  | 0         |
|  | $\pi$     |
|  | $0.5\pi$  |
|  | $-0.5\pi$ |

(図1の光位相変調器21)、112は電極(図1の光位相変調器22)である。113は光位相差 $\pi/2$ の光40合成器、114は出力光である。なお、上記2つのMZ変調器の光合成位相差は上記電極に重畠する直流電圧を調整することで容易に $\pi/2$ に設定可能である。

【0019】回路動作は図1の回路と同じであり、詳細な説明を要しないであろう。

【0020】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、送信する高周波の変調方式に依存しないDSB-SC信号を簡易な光回路で実現できる。また、従来発生していた不要な光成分も発生しない。

50【図面の簡単な説明】

(4)

5

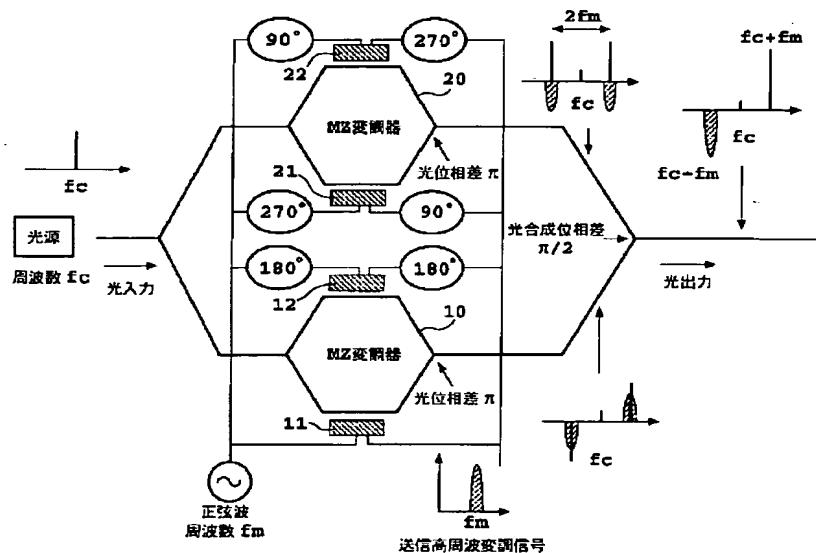
【図1】本発明実施例の回路構成を示す回路図である。  
 【図2】従来の回路構成を示す回路図である。  
 【図3】従来の他の回路を示す回路図である。  
 【図4】本発明実施形態の他の回路構成を示す回路図で

ある。

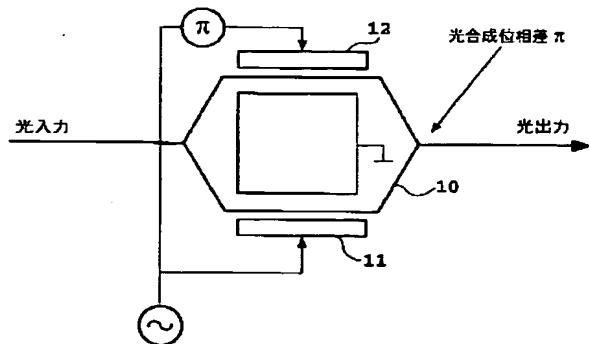
## 【符号の説明】

10、20、30 MZ変調器  
 11、12、21、22、31 光位相変調器

【図1】

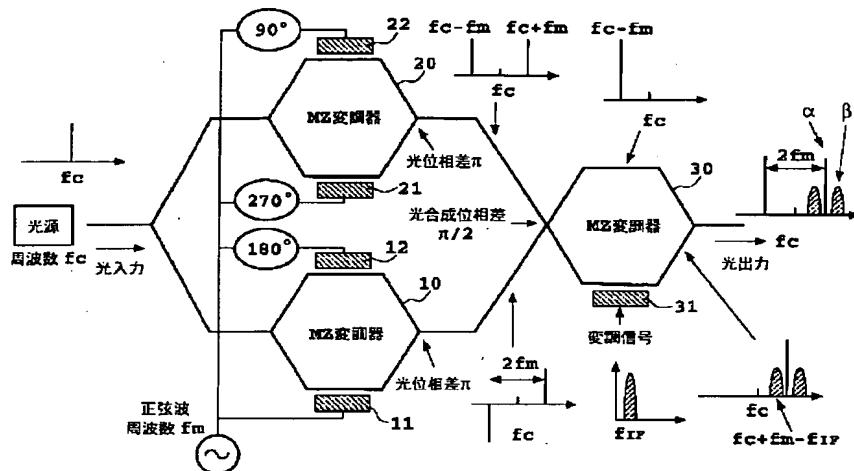


【図2】

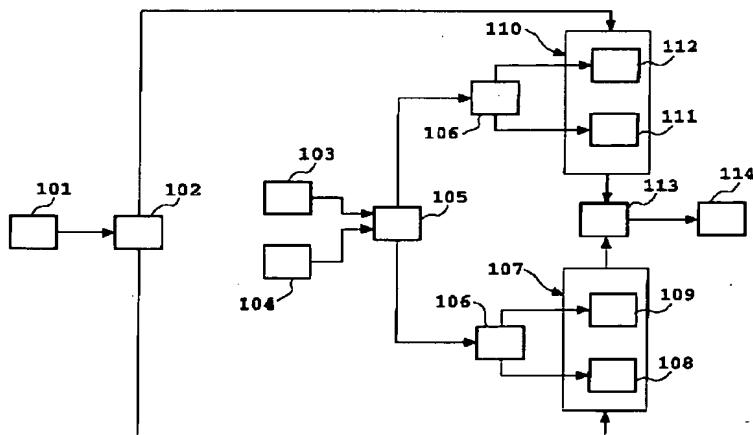


(5)

【図3】



【図4】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年12月8日 (1999.12.8)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【請求項2】 光源と、

該光源からの出射光を分配する分配器と、

前記分配器により分配された光をそれぞれ変調する第1

のマッハツエンダ変調器および第2のマッハツエンダ変調器と前記第1のマッハツエンダ変調器に設けられた第1の光位相変調器および第2の光位相変調器と、前記第2のマッハツエンダ変調器に設けられた第3の光位相変調器および第4の光位相変調器とを具え、送信高周波変調信号と高周波搬送波の周波数の正弦波が用意されており、前記第1の光位相変調器～第4の光位相変調器に対して合成して加える前記送信高周波変調信号および高周波搬送波の周波数の正弦波の位相関係を

|           | 正弦波   | 送信高周波変調信号 |
|-----------|-------|-----------|
| 第1の光位相変調器 | 0     | 0         |
| 第2の光位相変調器 | $\pi$ | $\pi$     |

(6)

|           |       |
|-----------|-------|
| 第3の光位相変調器 | -0.5π |
| 第4の光位相変調器 | 0.5π  |

となし、前記第1のマッハツエンダ変調器および第2のマッハツエンダ変調器の出力光を $\pi/2$ の位相差で合成することを特徴とする光ファイバ伝送用送信機。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】請求項2の発明は、光源と、該光源からの出射光を分配する分配器と、

## 正弦波

|           |       |
|-----------|-------|
| 第1の光位相変調器 | 0     |
| 第2の光位相変調器 | π     |
| 第3の光位相変調器 | -0.5π |
| 第4の光位相変調器 | 0.5π  |

となし、前記第1のマッハツエンダ変調器および第2のマッハツエンダ変調器の出力光を $\pi/2$ の位相差で合成することを特徴とする。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】(第2の実施形態)図1の電気移相器をハイブリッドで置き換えた回路構成を図4に示す。図4において、101は光周波数fcの光源、102は光2分配器である。103は搬送波周波数がfmの高周波変調

|       |
|-------|
| 0.5π  |
| -0.5π |

前記分配器により分配された光をそれぞれ変調する第1のマッハツエンダ変調器および第2のマッハツエンダ変調器と前記第1のマッハツエンダ変調器に設けられた第1の光位相変調器および第2の光位相変調器と、前記第2のマッハツエンダ変調器に設けられた第3の光位相変調器および第4の光位相変調器とを具え、送信高周波変調信号と高周波搬送波の周波数の正弦波が用意されており、前記第1の光位相変調器～第4の光位相変調器に対して合成して加える前記送信高周波変調信号および高周波搬送波の周波数の正弦波の位相関係を

## 送信高周波変調信号

|       |
|-------|
| 0     |
| π     |
| 0.5π  |
| -0.5π |

信号(発生器)、104は周波数fmの正弦波、105は90度のハイブリッドである。106は180度のハイブリッド、107はMZ変調器(図1のMZ変調器1)である。108は電極(図1の光位相変調器1)、109は電極(図1の光位相変調器12)である。110はMZ変調器(図1のMZ変調器20)、111は電極(図1の光位相変調器21)、112は電極(図1の光位相変調器22)である。113は光位相差 $\pi/2$ の光2合成器、114は出力光である。なお、上記2つのMZ変調器の光合成位相差は上記電極に重畠する直流電圧を調整することで容易に $\pi/2$ に設定可能である。